

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-35535

(P2000-35535A)

(43) 公開日 平成12年2月2日 (2000. 2. 2)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|------------------------------|-------|---------------|-------------|
| G 0 2 B 13/00 | | G 0 2 B 13/00 | 2 H 0 4 9 |
| | | 3/00 | Z 2 H 0 8 7 |
| | | 5/18 | 5 D 0 7 5 |
| G 1 1 B 7/135 | | G 1 1 B 7/135 | A 5 D 1 1 9 |
| 11/10 | 5 5 1 | 11/10 | 5 5 1 D |
| 審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願平10-204998
 (22) 出願日 平成10年7月21日 (1998. 7. 21)

(71) 出願人 000001270
 コニカ株式会社
 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
 (72) 発明者 大田 耕平
 東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
 会社内
 Fターム (参考) 2H049 AA03 AA51 AA57
 2H087 KA13 LA01 NA08 PA01 PA17
 PB01 QA02 QA07 QA14 QA34
 RA05 RA12 RA13 RA46 UA01
 5D075 CD17 EE03
 5D119 AA40 BA01 BB01 BB05 JA44
 JB02

(54) 【発明の名称】 ピックアップ用対物レンズ

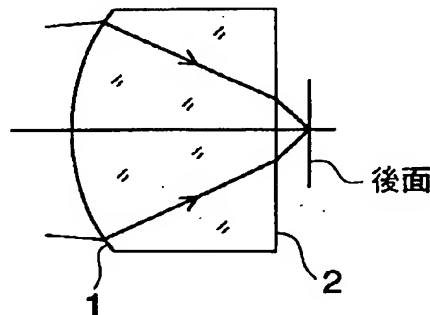
(57) 【要約】

【課題】 プラスチック材料からなり、温度変化による焦点位置の変化が小さい光ピックアップの対物レンズを提供する。

【解決手段】 光学式記録再生装置のピックアップに用いられる単玉のピックアップ用対物レンズであって、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に、鋸歯状の段差が輪帯状に形成されたブレーズド格子型の回折面を設け、下記の条件式を満たすことを特徴とするピックアップ用対物レンズ。

$$0.4 - (6.3 \phi \cdot \lambda / NA^2) \leq \phi_0 / \phi \leq 0.8 + (6.3 \phi \cdot \lambda / NA^2)$$

但し、 ϕ ：全系のパワー、 ϕ_0 ：第1面および第2面の回折面のパワーの和、 λ ：波長、NA：像側の開口数



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学式記録再生装置のピックアップに用いられる単玉のピックアップ用対物レンズであって、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に、鋸歯状の段差が輪帯状に形成されたブレード格子型の回折面を設け、且つ、下記の条件式を満たすことを特徴とするピックアップ用対物レンズ。

$$0.4 - (63\phi \cdot \lambda / NA^2) \leq \phi_0 / \phi \leq 0.8 + (63\phi \cdot \lambda / NA^2)$$

但し

ϕ ：全系のパワー

ϕ_0 ：第1面および第2面の回折面のパワーの和

λ ：波長

NA：像側の開口数

【請求項2】 像側開口部数が0.5以上であって、前記回折面を長い方の共役側に設け、その回折面が下記の条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載のピックアップ用対物レンズ。

$$0.2NA - (32\phi \cdot \lambda / NA) \leq m \cdot \lambda / P_{min} \leq 2.6NA + (200\phi \cdot \lambda / NA)$$

但し

P_{min} ：ブレード格子の光軸垂直方向の最小ピッチ

ϕ ：全系のパワー

m ：ブレード化の回折次数

NA：像側の開口数

λ ：波長

【請求項3】 前記回折面は、2次以上のいずれかの次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレード化されていることを特徴とする請求項1に記載のピックアップ用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はピックアップ用対物レンズに関し、更に詳しくは、光磁気ディスク、光ディ

$$0.4 - (63\phi \cdot \lambda / NA^2) \leq \phi_0 / \phi \leq 0.8 + (63\phi \cdot \lambda / NA^2) \dots \dots \dots (1) \text{式}$$

但し

ϕ ：全系のパワー

ϕ_0 ：第1面および第2面の回折面のパワーの和

λ ：波長

NA：像側の開口数

但し

P_{min} ：ブレード格子の光軸垂直方向の最小ピッチ

ϕ ：全系のパワー

m ：ブレード化の回折次数

NA：像側の開口数

λ ：波長

(3) 前記回折面は、2次以上のいずれかの次数の回

*スクなどの記録媒体に、記録または再生を行う光学式記録再生装置のピックアップ用対物レンズであり、特に、媒体表面に保護層を有さない表面記録方式の記録再生装置に用いられるピックアップ用対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、媒体表面に保護層を有さない表面記録方式の記録再生装置では、対物レンズを有する光ピックアップと記録媒体との距離が、ディスク回転による空気浮上によって保持されて一定となり、フォーカシング制御が不要となる。このような対物レンズとして非球面を有するガラスモールド単レンズが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この対物レンズをプラスチック材料で作れば、安価に製造できるが、温度変化によって焦点位置の変化を生じるといった問題があった。

20

【0004】 本発明は上記の問題点に鑑みなされたもので、この発明の目的はプラスチック材料からなり、温度変化による焦点位置の変化が小さい光ピックアップ用対物レンズを提供することにある。特に、像側開口数が0.5以上であっても焦点位置の温度変化が深度内に収まるピックアップ用対物レンズを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は下記のいずれかの手段により達成できる。即ち、

30

(1) 光学式記録再生装置のピックアップに用いられる単玉のピックアップ用対物レンズであって、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に、鋸歯状の段差が輪帯状に形成されたブレード格子型の回折面を設け、且つ、下記の条件式を満たすことを特徴とするピックアップ用対物レンズ。

【0006】

※ (2) 像側開口部数が0.5以上であって、前記回折面を長い方の共役側に設け、その回折面が下記の条件式を満たすことを特徴とする(1)に記載のピックアップ用対物レンズ。

40

※ 【0007】

$$0.2NA - (32\phi \cdot \lambda / NA) \leq m \cdot \lambda / P_{min} \leq 2.6NA + (200\phi \cdot \lambda / NA) \dots \dots \dots (2) \text{式}$$

折光に対して回折効率が最大となるようにブレード化されていることを特徴とする(1)に記載のピックアップ用対物レンズ。

【0008】 請求項1に記載の発明は、対物レンズを、その表面に回折面を設けた回折レンズとしている。この回折面は基盤となるレンズの表面に回折輪帯をレリーフ(表面の凹凸)として設けるもので、各輪帯は鋸歯の形

3

状をなし、ブレード格子と呼ばれるものである。

【0009】また、本発明は対物レンズをプラスチック材料で作ることによって生じる、温度変化による焦点位置の変化を、回折面に適性なパワーを与えることによって補償するものである。更に例示して説明すると、温度が上昇すると半導体レーザー発振波長が長くなり、回折面のパワーが強くなって、プラスチックレンズの温度上昇によるパワーの減少を相殺できる。

【0010】以下で、温度変化による焦点距離の変化について説明する。まず、基盤レンズのパワーを ψ_B 、回折面のパワーを ψ_D として、全系のパワー ψ を $\psi = \psi_B + \psi_D$ とする。 ψ_B は回折面を設ける基盤となるレンズ面の曲率による屈折力で定まる。

【0011】回折面のパワー ψ_D は光路差関数により特徴づけられる。光路差関数は回折面によって付加される*

$$\frac{d\psi_B}{dt} = \left(\frac{1}{n-1} \cdot \frac{dn}{dt} + \frac{1}{n-1} \cdot \frac{dn}{d\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dt} - \alpha \right) \psi_B = C_1 \cdot \psi_B$$

ただし $C_1 = \frac{1}{n-1} \cdot \frac{dn}{dt} + \frac{1}{n-1} \cdot \frac{dn}{d\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dt} - \alpha$

【0016】なお、 n は屈折率、 λ は波長、 α は線膨張係数であり、 $d\lambda/dt$ は半導体レーザーの発振波長の変化を表すものとする、同様に回折面のパワー ψ_D の微分係数 $d\psi_D/dt$ は次の「数3」のように求まる。

【0017】

【数3】

$$\frac{d\psi_D}{dt} = \left(\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dt} - 2\alpha \right) \psi_D = C_2 \cdot \psi_D$$

ただし $C_2 = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dt} - 2\alpha$

30

※

$$\frac{df}{dt} = -f^2 \frac{d\psi}{dt} = -f^2 \left(\frac{d\psi_B}{dt} + \frac{d\psi_D}{dt} \right) = -f^2 (C_1 \cdot \psi_B + C_2 \cdot \psi_D)$$

【0020】あるいは $\psi_B = \psi - \psi_D$ を用いて、次の「数5」となる。

【0021】

【数5】

$$\frac{df}{dt} = -f \cdot \left\{ C_1 + (C_2 - C_1) \frac{\psi_D}{\psi} \right\}$$

【0022】以下の例を用いて C_1 、 C_2 を計算する。例えば、 $\lambda = 660 \text{ nm}$ 、 $n = 1.54076$ 、 $dn/dt = -8.3 \times 10^{-5}$ 、 $dn/d\lambda = -36$ 、 $\alpha = 7 \times 10^{-5}$ 、 $d\lambda/dt = 2 \times 10^{-7}$ とすると、 $C_1 = -2.37 \times 10^{-4}$ 、 $C_2 = 1.63 \times 10^{-4}$ を得る、ここで NA を像側開口数として、焦点距離変化の許容量を $\pm \lambda / 2NA^2$ と仮定し、 $\Delta T = \pm 20^\circ$ の温度変化に対して、焦点距離変化がこの許容量を満たす条件を求めると、次の「数6」となる。

【0023】

【数6】

4

*光路差をあらわすものとし、「数1」で表す。

【0012】

【数1】

$$\Phi(r) = P_2 r^2 + P_4 r^4 + P_6 r^6 + \dots \text{ (mm)}$$

ただし、 r ：光軸からの距離

【0013】この時この回折面のパワーを ψ_D 、回折次数を m とすると、 ψ_D は次式となる、

$$\psi_D = -2P_2$$

10 また、回折面を両面に設ける場合は、回折面のパワーの算術和を ψ_D とする。

【0014】基盤レンズのパワー ψ_B の温度 t による微分係数 $d\psi_B/dt$ は次の「数2」のように求まる。

【0015】

【数2】

※【0018】温度変化による焦点距離の変化を求めるとき、全系のパワー ψ について近似式 $\psi = \psi_B + \psi_D$ を用い、また焦点距離を f とすると $f = 1/\psi$ の関係から、焦点距離の温度係数 df/dt は次の「数4」となる。

【0019】

【数4】

$$\left| \Delta T \cdot \frac{df}{dt} \right| \leq \frac{\lambda}{2NA^2}$$

【0024】から次の「数7」を得る。

【0025】

【数7】

$$0.59 - \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2} \leq \frac{\psi_D}{\psi} \leq 0.59 + \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2}$$

【0026】近似式 $\psi = \psi_B + \psi_D$ などの誤差を見て、次の「数8」を条件式とする。

【0027】

【数8】

$$0.4 - \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2} \leq \frac{\psi_D}{\psi} \leq 0.8 + \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2}$$

【0028】望ましい条件式として、 $\Delta T = \pm 30^\circ$ の温度変化に対する条件として次の「数9」となる、

50 【0029】

【数9】

$$0.4 - \frac{42\psi \cdot \lambda}{NA^2} \leq \frac{\psi_0}{\psi} \leq 0.8 + \frac{42\psi \cdot \lambda}{NA^2}$$

【0030】次に、請求項2に記載の発明は、長い方の共役側に回折面を設けることによって、短い方の共役側に設ける場合に比べ小さい回折面のパワーで、焦点位置の温度補償を行うことができる。したがって回折面のパワーが強くなることによって生じる製造性の困難さなどの問題が生じにくい。

【0031】条件式(2)は条件式(1)に該当する回折輪帯のピッチを表したものである。回折輪帯の光軸垂直方向のピッチをP、回折次数をmとすると、Pは光路差関数を用いて次の「数10」で表される。

【0032】

【数10】

$$P = \left| \frac{m \cdot \lambda}{\phi(r)} \right|$$

【0033】光路差関数を近似的に r^2 の項だけで表し、 $\phi(r) \approx P_2 r^2$ とすると、ピッチは有効半径 r_{max} のところで最小となる。

$$(1-M) \left(0.4NA - \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA} \right) \leq \frac{m \cdot \lambda}{P_{min}} \leq (1-M) \left(0.8NA + \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA} \right)$$

【0040】近似式 $\phi(r) \approx P_2 r^2$ の誤差を考え、またMの範囲として0～0.6を想定して「数14」を得る。

【0041】

【数14】

$$0.2NA - \frac{32\psi \cdot \lambda}{NA} \leq \frac{m \cdot \lambda}{P_{min}} \leq 2.6NA + \frac{200\psi \cdot \lambda}{NA}$$

【0042】請求項3に記載の発明は、使用する回折光の次数に関する回折レンズをモールドレンズとして製造するとき、ピッチが型加工のための刃先のサイズ程度に小さくなると型加工が困難になる。このときは2次以上の特定の次数の回折光に対して、回折効率が最大となるようにブレース化すれば、ピッチを次数倍に拡大でき、例えば、回折次数mでブレース化するとき、回折輪帯のピッチはm倍となる。従って、回折輪帯の加工上で有利となる。

【0043】

【実施例】以下に、本発明の一実施例として表面記録方式の記録再生装置に用いるピックアップ用レンズを図面※

$$X = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+K)y^2/r^2}} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

【0046】(実施例1) 実施例1のピックアップ用対物レンズの光軸断面図を図1に、また対物レンズの収差図を図2に示す。更に、対物レンズのデータを表1、表2に示す。

【0047】

*【0034】これを P_{min} とすると、次の「数11」となる、

【0035】

【数11】

$$P_{min} = \left| \frac{m \cdot \lambda}{2P_2 \cdot r_{max}} \right|$$

【0036】結像倍率をM($M \leq 0$)として

$$r_{max} \approx (1-M) \cdot NA / \phi$$

とし、 $\psi_0 = -2P_2$ を用いて次の「数12」に変形する、

【0037】

【数12】

$$\frac{\psi_0}{\psi} \approx \frac{m \cdot \lambda}{P_{min}(1-M) \cdot NA}$$

【0038】これを条件式(1)に代入して次の「数13」となる、

【0039】

【数13】

※を参照して説明する。なお、本発明はこの実施例に限定されるものではない。実施例で用いる符号は下記の通りである。

【0044】R：面の曲率半径

D：軸上レンズ厚

N：屈折率

λ：波長

NA：像側開口数

m：ブレースの回折次数

ψ：全系のパワー

ψ₀：第1面および第2面の回折面のパワーの和P_{min}：ブレースド格子の光軸垂直方向の最小ピッチ

r：光軸からの距離

非球面の形状は、光軸方向にx軸、光軸と垂直方向にy軸をとり、K、A₄、A₆、A₈、A₁₀を非球面係数としたとき、次の「数15」で表している。

40 【0045】

【数15】

【表1】

(5)

特開2000-35535

8

7

| 面 No | R | D | N | |
|---------------------------------|------------------------------------|-------|---------|--------------------------------|
| 1* | 1.6479 | 1.443 | 1.54076 | 回折面 |
| 2* | -2.0130 | | | |
| 面 | 非球面係数 | | 面 | 非球面係数 |
| 第 1 | $K = 0.54406 \times 10^{-2}$ | | 第 2 | $K = -0.24329 \times 10^4$ |
| | $A_4 = 0.26291 \times 10^{-1}$ | | | $A_4 = -0.17955 \times 10$ |
| | $A_6 = -0.49207 \times 10^{-1}$ | | | $A_6 = 0.36071 \times 10^2$ |
| | $A_8 = 0.95678 \times 10^{-1}$ | | | $A_8 = -0.31542 \times 10^3$ |
| | $A_{10} = -0.96282 \times 10^{-1}$ | | | $A_{10} = 0.92080 \times 10^3$ |
| 光路差関数の係数 | | | | |
| $P_2 = -0.32458$ | | | | |
| $P_4 = -0.10016 \times 10^{-1}$ | | | | |
| $P_6 = 0.23722 \times 10^{-1}$ | | | | |
| $P_8 = -0.27003 \times 10^{-1}$ | | | | |

上記第1面は基盤面の形状

*印は非球面

*【0048】
【表2】

10

*

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda = 660(\text{nm})$ 焦点距離=1.0(mm) 倍率=-0.172 像側 NA=0.68 像高=±0.01(mm) | |
| 温度変化 | $\frac{dn}{dt} = -8.3 \times 10^{-5}$ $\frac{dn}{d\lambda} = -38$ $\alpha = 7 \times 10^{-5}$ $\frac{d\lambda}{dt} = 2 \times 10^{-7}$ とした時、20° の温度上昇に対する焦点距離の変化は 0.0003(mm) |
| 回折面 | $m=1$ $\psi_0=0.65$ $\psi_0/\psi=0.65$ $r_{\text{max}}=0.83(\text{mm})$ $P_{\text{air}}=0.0012(\text{mm})$ |

【0049】表1では回折次数1でブレース化するときの光路差関数の係数を記すが、回折次数mでブレース化するとき、光路差関数の各係数を1/m倍すれば良い。この時、回折輪帯のピッチはm倍となる。

【0050】なお、温度変化 δt 、線膨張係数 α よって、回折輪帯の間隔がC倍($C = 1 + \alpha \delta t$)に変化するとき、光路差関数の係数は P_2 から P_2/C^2 、 P_4 から

P_4/C^4 、・・・と変化する。

【0051】(実施例2)実施例2のピックアップ用対物レンズの光軸断面図を図3に、また対物レンズの収差図を図4に示す。更に、対物レンズのデータを表3、表4に示す。

【0052】
【表3】

40

| 面 No | R | D | N | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1* | 1.7433 | 1.507 | 1.54076 | 回折面 |
| 2* | -3.8814 | | | |
| 面 | 非球面係数 | | 面 | 非球面係数 |
| 第 1 | $K = 0$ $A_4 = 0.10617 \times 10^{-1}$ $A_6 = -0.33430 \times 10^{-2}$ $A_8 = 0.21647 \times 10^{-1}$ $A_{10} = 0.33689 \times 10^{-2}$ | | 第 2 | $K = -0.67615 \times 10^5$ $A_4 = 0.16669$ $A_6 = -0.41103 \times 10$ $A_8 = 0.33573 \times 10^2$ $A_{10} = -0.87030 \times 10^2$ |
| 光路差関数の係数 | | | | |
| $P_2 = -0.34313$ $P_4 = -0.10299 \times 10^{-1}$ $P_6 = 0.15558 \times 10^{-2}$ $P_8 = 0.61696 \times 10^{-2}$ | | | | |

上記第1面は基盤面の形状

*印は非球面

【0053】

【表4】

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda = 660(\text{nm})$ 焦点距離=1.0(mm) 倍率=-0.142 $NA=0.83$ 像高=±0.01(mm) | |
| 温度変化 | 実施例1と同じ条件で、20°の温度上昇に対する焦点距離の変化は-0.0003(mm) |
| 回折面 | $m=1$ $\psi_D=0.69$ $\psi/\psi=0.69$ $r_{\max}=1.01(\text{mm})$ $P_{\min}=0.0010(\text{mm})$ |

【0054】表3では回折次数1でブレース化するときの光路差関数の係数を記すが、回折次数mでブレース化するとき、光路差関数の各係数を1/m倍すれば良い。この時、回折輪帯のピッチはm倍となる。

【0055】ここで、前記条件式(1)、条件式(2)との関係を表5に示す。

【0056】

【表5】

| | | 実施例1 | 実施例2 |
|--------|--------------------------------------------|------|------|
| 条件式(1) | $0.4 - \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2}$ | 0.31 | 0.34 |
| | $\frac{\psi_D}{\psi}$ | 0.65 | 0.69 |
| | $0.8 + \frac{63\psi \cdot \lambda}{NA^2}$ | 0.89 | 0.86 |
| 条件式(2) | $0.2NA - \frac{32\psi \cdot \lambda}{NA}$ | 0.10 | 0.14 |
| | $\frac{m \cdot \lambda}{P_{\min}}$ | 0.55 | 0.66 |
| | $2.6NA + \frac{200\psi \cdot \lambda}{NA}$ | 1.96 | 2.32 |

【0057】表5に示す如く、いずれも条件式を満足している。

【0058】

【発明の効果】上記のように構成したので、本発明のピックアップ用対物レンズによれば、プラスチック材料よりなり、温度変化による焦点位置の変化が小さい光ピックアップ用対物レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のピックアップ用対物レンズの光軸断面図である。

【図2】実施例1のレンズ収差図である。

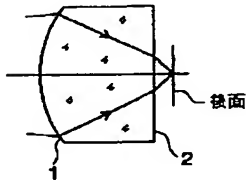
【図3】本発明の実施例2のピックアップ用対物レンズの光軸断面図である。

【図4】実施例2のレンズ収差図である。

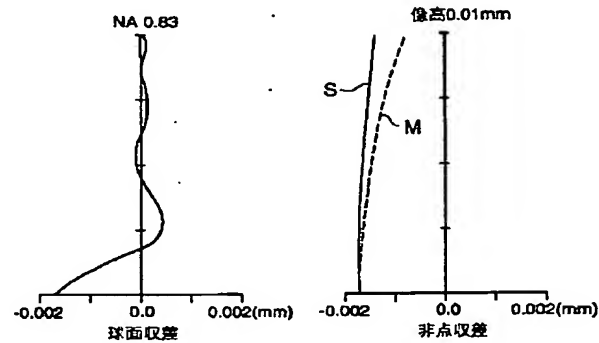
【符号の説明】

- 1 第1面
- 2 第2面
- S サジタル
- M メリジナル

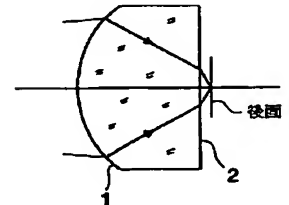
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

